

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In the Patent Application of:)
PATENT PEZZINI)
Serial No. 10/713,541)
Filing Date: November 14, 2003)
For: INTEGRATED ANALOG-TO-DIGITAL)
CONVERTER WITH DETECTION OF)
EXTERNAL FAULTS)
_____)


TRANSMITTAL OF CERTIFIED PRIORITY DOCUMENT

MS MISSING PARTS
COMMISSIONER FOR PATENTS
P.O. BOX 1450
ALEXANDRIA, VA 22313-1450

Sir:

Transmitted herewith is a certified copy of the
priority Italian Application No. VA2002A000057.

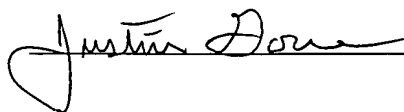
Respectfully submitted,



MICHAEL W. TAYLOR
Reg. No. 43,182
Allen, Dyer, Doppelt, Milbrath
& Gilchrist, P.A.
255 S. Orange Avenue, Suite 1401
Post Office Box 3791
Orlando, Florida 32802
Telephone: 407/841-2330
Fax: 407/841-2343
Attorney for Applicant

CERTIFICATE OF MAILING

I hereby certify that this correspondence is being
deposited with the United States Postal Service as first class
mail in an envelope addressed to: MS MISSING PARTS,
COMMISSIONER FOR PATENTS, P.O. BOX 1450, ALEXANDRIA, VA 22313-
1450, on this 23rd day of February, 2004.





Ministero delle Attività Produttive

Direzione Generale per lo Sviluppo Produttivo e la Competitività

Ufficio Italiano Brevetti e Marchi

Ufficio G2

Autenticazione di copia di documenti relativi alla domanda di brevetto per:

Invenzione Industriale

N.

VA2002 A 000057



*Si dichiara che l'unita copia è conforme ai documenti originali
depositati con la domanda di brevetto sopraspecificata, i cui dati
risultano dall'accluso processo verbale di deposito.*

Roma, li **30 OTT. 2003**

IL DIRIGENTE

Paola Giuliano

Dr.ssa Paola Giuliano

Un convertitore analogico/digitale ad approssimazioni successive integrato di misura ed acquisizione del valore numerico di un certo parametro rappresentato da un segnale analogico applicato ad un ingresso del convertitore è in grado di rilevare eventuali guasti o anomalie nel circuito elettrico di applicazione di detto segnale analogico ad una piazzola di ingresso analogico del circuito integrato del convertitore. A tale scopo comprende mezzi di precampionatura e conversione di un valore analogico noto di riferimento interno al circuito integrato e di memorizzazione del relativo valore numerico convertito di riferimento e mezzi di generazione di un segnale di guasto quando il valore numerico convertito del valore del potenziale analogico campionato presente su detta piazzola di ingresso analogico del circuito integrato coincide sostanzialmente con detto valore numerico convertito di riferimento.

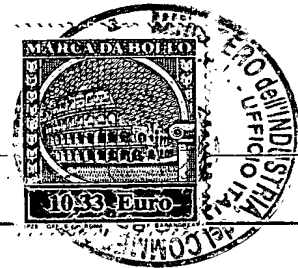
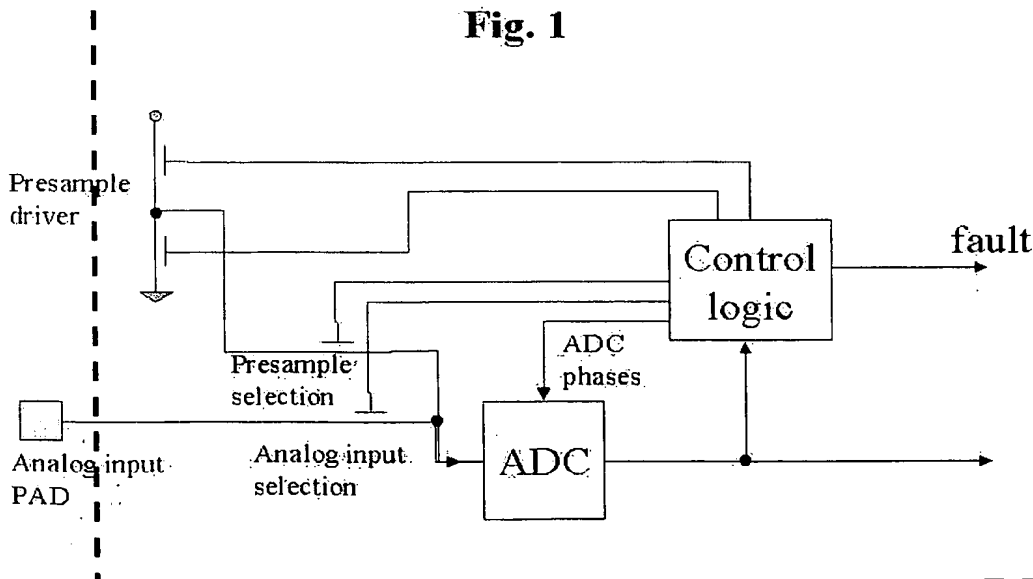


Fig. 1



14 NOV. 2002



VA/ 2002 /A/ 0 0 5 7

Titolare: STMicroelectronics S.r.l.

**“CONVERTITORE ANALOGICO DIGITALE INTEGRATO CON
FUNZIONE DI RILEVAMENTO DI GUASTI ESTERNI AL
DISPOSITIVO”**

La presente invenzione concerne i circuiti di conversione di un valore analogico in un valore digitale e più in particolare a sistemi di controllo integrati a microcontrollore comprendenti un convertitore analogico digitale di misura di grandezze elettriche analogiche attraverso l'applicazione di un segnale analogico rappresentativo della grandezza elettrica ad un piedino di ingresso analogico del dispositivo integrato.

In moltissimi campi applicativi di sistemi di controllo a microcontrollore, in cui è importante assicurare l'affidabilità di esecuzione delle routine di controllo, si impone una capacità del sistema di controllo di rilevare automaticamente certi malfunzionamenti o guasti nei circuiti e nei collegamenti elettrici, ad esempio sulla scheda del circuito stampato, nei collegamenti alla scheda o nei fili di bonding di collegamento delle piazzole del circuito integrato.

Ad esempio, nell'industria automobilistica, cortocircuiti e/o sconnessioni conseguenti a urti ed altri stress accidentali sono relativamente frequenti. Uno o più canali di ingresso del convertitore analogico/digitale integrato sul chip del microcontrollore del sistema di controllo del motore e di altre funzioni del veicolo possono inavvertitamente risultare cortocircuitati o sconnessi e causare esiti indesiderati e/o comportamenti anomali del sistema di controllo del motore privato di un'informazione corretta su un parametro importante di funzionamento.

14 NOV. 2002

VA/ 2002 /A/ 0057



Allo scopo di rendere manifesti guasti di questo tipo, è nota la tecnica di connettere (o sulla scheda a circuito stampato o integrate sullo stesso chip del microcontrollore contenente anche il convertitore analogico/digitale) delle resistenze di collegamento del nodo di ingresso del convertitore ad un nodo al potenziale di riferimento (ad esempio alla tensione di alimentazione e/o al nodo di massa virtuale del circuito) così da forzare un valore ben definito sull'ingresso del convertitore e permettere di rilevare situazioni anomale come ad esempio di "circuito aperto". L'introduzione di tali resistenze può determinare costanti di tempo di valore pregiudizievole di un corretto funzionamento del convertitore o comunque tale da allungare notevolmente il tempo di campionamento e quindi il tempo totale di conversione, che nel caso di un convertitore analogico/digitale ad approssimazioni successive quali quello comunemente usato in tali sistemi integrati, può risultare eccessivamente lungo e diminuire notevolmente le prestazioni del sistema di controllo.

E' evidente come sussista il bisogno di dotare un convertitore analogico/digitale ad approssimazioni successive con mezzi di rilevamento di guasti esterni al circuito integrato che non pregiudichino in modo sensibile le prestazioni di affidabilità della conversione del valore analogico in un valore digitale né le prestazioni in termini di velocità del sistema di acquisizione dei dati di funzionamento per una più puntuale elaborazione e controllo automatico delle condizioni di funzionamento degli organi controllati.

A questo importante obiettivo si unisce un'efficace soluzione.

Il dispositivo circuitale autodiagnostico della presente invenzione attua una precampionatura e conversione di un certo potenziale di valore analogico

14 NOV. 2002



VA/ 2002 /A/ 0 0 5 7

noto di riferimento interno al circuito integrato del convertitore memorizzandone il valore numerico che è quindi confrontato per una eventuale identità con il valore numerico del potenziale analogico presente sulla piazzola di ingresso analogico del circuito integrato durante la successiva fase operativa del convertitore.

Qualora il valore numerico del potenziale analogico campionato presente sulla piazzola di ingresso risulti uguale al valore numerico precampionato di riferimento, avendo scelto tale valore di riferimento in modo da essere possibilmente al di fuori dei valori normalmente attesi, si può ritenere che sussista una relativa condizione di guasto (ad esempio una condizione di sconnessione della piazzola di ingresso analogico (difficilmente infatti il potenziale della piazzola si potenzierebbe esattamente a metà scala) o un cortocircuito (verso massa o verso l'alimentazione) dell'ingresso scandito) e la circuiteria logica di controllo del convertitore può generare una segnalazione di guasto sul particolare canale di ingresso scandito.

Secondo una forma di realizzazione più flessibile e preferita dell'invenzione, un certo valore numerico precampionato di riferimento può essere memorizzato per essere successivamente confrontato da un apposito comparatore con i valori numerici di campionatura dell'ingresso analogico così da generare segnalazioni di identità usabili come indicative di un possibile guasto. Il comparatore può avere due soglie in modo da poter discriminare le seguenti condizioni: valore convertito minore di una soglia V_{min} , maggiore di una soglia V_{max} oppure maggiore di una soglia V_{min} e minore di una soglia V_{max} .

1 4 NOV. 2002

VA/ 2002 /A/ 0 0 5 7



E' anche possibile introdurre un contatore che conti per quanti campioni successivi del segnale di ingresso si verifichi l'identità con il valore numerico precampionato e memorizzato di riferimento prima di generare la segnalazione di guasto.

Qualora il valore di precampionamento sia compreso tra i valori attesi di conversione di un segnale esterno e il comparatore segnala un possibile guasto, la parte di controllo dell'AD od il software può cambiare il valore di precampionamento (introducendo un valore molto diverso da quello corrente). Dato che normalmente la banda del segnale di ingresso è limitata, non potrà esserci una variazione veloce sulla tensione da convertire e qualora il valore convertito segua il precampionamento il segnale di guasto potrà essere generato.

La precampionatura e conversione di un certo valore analogico noto di riferimento interno al circuito integrato del convertitore può essere implementata dalla circuiteria logica di controllo del convertitore analogico/digitale ad approssimazioni successive controllando ad esempio una coppia di interruttori di selezione di percorso comandati in opposizione di fase per accoppiare per un intervallo di tempo prestabilito il nodo di ingresso del convertitore ad un certo potenziale di valore analogico noto di riferimento interno, ad esempio al nodo di alimentazione, al nodo di massa o ad un valore di tensione intermedio del circuito prima di accoppiare al nodo di ingresso del convertitore il pad di ingresso analogico del circuito integrato da scandire, disabilitando il percorso di precampionatura.

La circuiteria di controllo del convertitore può anche operare la selezione di un certo potenziale di valore analogico noto di riferimento

14 NOV. 2002

VA/ 2002 /A/ 0 0 5 7



interno, ad esempio controllando un interruttore verso l'alimentazione ed un interruttore verso massa relativamente ad un nodo di uscita di una linea di polarizzazione accoppiabile all'ingresso del convertitore durante una fase di precampionatura.

Secondo una forma preferita di realizzazione, il valore numerico precampionato può essere memorizzato in un apposito latch per essere quindi confrontato da un comparatore con i valori numerici di campionatura del segnale analogico presente sulla piazzola di ingresso analogico del circuito integrato che è successivamente accoppiato all'ingresso del convertitore analogico digitale (naturalmente il circuito integrato può disporre di più piazzole di ingresso analogico scandibili ad una ad una per far acquisire al sistema di controllo integrato i valori correnti di più parametri di funzionamento degli organi controllati.

Naturalmente la circuiteria di controllo del convertitore opererà anche la selezione di percorso di uscita del convertitore durante la fase di precampionatura e la successiva fase operativa di conversione del valore analogico di ingresso, attraverso ad esempio un'altra coppia di interruttori comandati in opposizione di fase l'uno rispetto all'altro e in fase agli omologhi interruttori dei percorsi di ingresso.

La **Figura 1** mostra un possibile schema circuitale secondo una prima forma di realizzazione dell'invenzione;

la **Figura 2** mostra una forma alternativa di realizzazione basata sull'impiego di un latch di memorizzazione del dato numerico precampionato di riferimento e di un comparatore di segnalazione di guasto;

la **Figura 3** mostra un'altra forma di realizzazione comprendente anche

14 NOV. 2002



VA/ 2002 /A/ 0 0 5 7

l'uso di un contatore di un'identità con il valore numerico precampionato di un certo numero di campioni successivi del segnale di ingresso prima di generare una segnalazione di guasto.

Con riferimento alla Figura 1, un convertitore analogico/digitale ad approssimazioni successive è schematizzato dal blocco convertitore

ADC controllato dalla circuiteria logica del blocco CONTROL LOGIC che genera le fasi di commutazione ADC PHASES.

All'ingresso del convertitore è collegabile una certa piazzola di ingresso analogico ANALOG INPUT PAD. Naturalmente il dispositivo integrato contenente il convertitore analogico/digitale ad approssimazioni progressive può disporre di un certo numero di pad di ingresso analogico ciascuno collegabile ad altrettante sorgenti di segnali analogici esterni nel qual caso il circuito integrato potrà includere un multiplatore dedicato a selezionare uno alla volta l'ingresso analogico da scandire. Alternativamente la multiplazione degli ingressi può essere esterna al circuito integrato che nel qual caso potrà avere un unico pad dedicato per segnali di ingresso analogici da convertire in relativi valori numerici.

Secondo una forma di realizzazione base dell'invenzione, i percorsi di ingresso del blocco comparatore ADC sono selezionabili da una coppia di interruttori di selezione comandati in opposizione di fase, controllati dalla circuiteria logica del blocco CONTROL LOGIC del comparatore così da definire in termini temporali una fase di precampionatura (PRE SAMPLE SELECTION) prima di una fase operativa (ANALOG INPUT SELECTION).

Durante la fase di precampionatura, all'ingresso del convertitore ADC

1 4 NOV. 2002



VA/ 2002 /A/ 0 0 5 7

è applicato un potenziale di valore analogico noto di riferimento interno al circuito integrato, il cui valore è convertito in un valore numerico dal convertitore che è memorizzato all'interno del blocco CONTROL LOGIC.

Durante la successiva fase operativa (ANALOG INPUT SELECTION) il potenziale analogico presente sul pad di ingresso è convertito in un valore numerico dal comparatore ADC per approssimazioni successive, e se il valore numerico coincide con il valore numerico memorizzato di riferimento, la logica di controllo genererà un segnale di guasto FAULT.

Volendo ad esempio verificare ad ogni campionatura se il particolare canale di ingresso analogico sia accidentalmente cortocircuitato a massa o alla tensione di alimentazione, la circuiteria logica di controllo potrà effettuare una verifica di identità con il valore numerico corrispondente della tensione di massa (00h) ed eventualmente effettuare anche una verifica di identità del valore numerico convertito della tensione di alimentazione (FFh) registrato durante una fase di precampionatura generando eventualmente una segnalazione di guasto.

Come schematicamente illustrato in Figura 1, in fase di precampionatura, l'ingresso del comparatore può essere accoppiato ad un potenziale interno noto impiegando una linea di polarizzazione il cui nodo di uscita può essere commutabile o a massa o all'alimentazione tramite i due transistori di commutazione pilotati in opposizione di fase dalla logica di controllo che potrà quindi aggiornare i valori di fondo scala e di metà scala del convertitore.

La Figura 2 mostra una forma alternativa di realizzazione basata sull'impiego di un comparatore CMP e di un registro EXP VALUE in cui

1 4 NOV. 2002



VA/ 2002 /A/ 0 0 5 7

viene registrato il valore numerico di riferimento misurato e convertito durante una fase di precampionatura. I percorsi di uscita verso il registro e verso il comparatore e l'uscita sono selezionati in modo analogo ai percorsi di ingresso tramite una seconda coppia di transistori di selezione di percorso controllati in opposizione di fase. Il comparatore CMP produce in uscita un segnale di guasto ogniqualvolta riscontri identità tra il valore numerico campionato del potenziale analogico presente sul pad di ingresso analogico del circuito integrato e il valore numerico presente nel registro EXP VALUE.

La forma alternativa di realizzazione mostrata in Figura 3 prevede l'impiego di un contatore COUNTER, alimentato dal segnale di uscita del comparatore CMP per contare quante volte la condizione di identità significativa di un possibile guasto si verifichi consecutivamente per un certo numero prefissato di campioni di conversione del segnale analogico di ingresso prima di dar luogo alla segnalazione di guasto.

~~~~~



14 NOV. 2002



VA/ 2002 /A/ 0 0 5 7

### RIVENDICAZIONI

1. Convertitore analogico/digitale ad approssimazioni successive integrato di misura ed acquisizione del valore numerico di un certo parametro rappresentato da un segnale analogico applicato ad un ingresso del convertitore in grado di rilevare eventuali guasti o anomalie nel circuito elettrico di applicazione di detto segnale analogico ad una piazzola di ingresso analogico del circuito integrato del convertitore, caratterizzato dal fatto che comprende

mezzi di precampionatura e conversione di un valore analogico noto di riferimento interno al circuito integrato e di memorizzazione del relativo valore numerico convertito di riferimento;

mezzi di generazione di un segnale di guasto quando il valore numerico convertito del valore del potenziale analogico campionato presente su detta piazzola di ingresso analogico del circuito integrato coincide sostanzialmente con detto valore numerico convertito di riferimento.

2. Il convertitore secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che detti mezzi di precampionatura e conversione comprendono uno stadio di pilotaggio del nodo di ingresso del convertitore atto a polarizzare detto nodo con una tensione analogica corrispondente all'uno e all'altro valore di fondo scala del convertitore ed almeno una coppia di interruttori di selezione di percorso atti a commutare il nodo di ingresso del convertitore all'uscita di detto stadio di pilotaggio durante una fase di precampionamento e a detta piazzola di ingresso analogico del circuito integrato durante una successiva fase operativa del convertitore, pilotati dalla circuiteria logica di controllo del convertitore.

14 NOV. 2002



VA/ 2002 /A/ 0 0 5 7

3. Il convertitore secondo la rivendicazione 2, caratterizzato dal fatto che detti mezzi di generazione di un segnale di guasto comprendono un registro in cui memorizzare detto valore numerico convertito di riferimento ed un comparatore ricevente su un primo ingresso il valore numerico memorizzato in detto registro e su un secondo ingresso il valore numerico convertito del valore del potenziale analogico presente su detta piazzola di ingresso analogico del circuito integrato e generante in uscita un segnale rappresentativo di un'eventuale identità tra i due valori numerici e almeno una coppia di interruttori di selezione di percorso di uscita del convertitore atti a commutare il nodo di uscita del convertitore all'ingresso di detto registro durante una fase di precampionamento e su detto secondo ingresso del comparatore durante una successiva fase operativa del convertitore, pilotati in opposizione di fase dalla circuiteria logica di controllo del convertitore.

4. Il convertitore secondo la rivendicazione 2, caratterizzato dal fatto che detto comparatore è un comparatore a due soglie definente un range di valori compresi tra dette due soglie valutati come sostanzialmente identici a detto valore numerico convertito di riferimento.

5. Il convertitore secondo la rivendicazione 3, caratterizzato dal fatto che comprende inoltre un contatore accoppiato all'uscita di detto comparatore atto a generare una segnalazione di guasto quando detto comparatore verifichi l'identità tra detti due valori numerici di ingresso per un certo numero di campioni di valutazione successivi.

6. Metodo diagnostico di possibili guasti di un certo canale di acquisizione di valori di parametri rappresentati da un segnale analogico

1 4 NOV. 2002



VAI 2002 IAI 0 0 5 7

applicabile ad una piazzola di ingresso analogico di un circuito integrato comprendente un convertitore analogico/digitale ad approssimazioni successive integrato di misura ed acquisizione del valore numerico di detto parametro, comprendente le fasi di

stabilire una fase di precampionatura e conversione di almeno un valore analogico noto di riferimento interno al circuito integrato e di memorizzazione del relativo valore numerico convertito di riferimento;

generare un segnale di guasto quando il valore numerico convertito del valore del potenziale analogico presente su detta piazzola di ingresso analogico del circuito integrato coincide sostanzialmente con il valore numerico convertito di riferimento.

7. Il metodo secondo la rivendicazione 6, caratterizzato dal fatto che detta sostanziale coincidenza con il valore numerico convertito di riferimento è stabilita definendo due soglie di comparazione del valore numerico convertito al valore del potenziale analogico campionato presente su detta piazzola di ingresso tra le quali è stabilita una sostanziale coincidenza con il valore numerico convertito di riferimento.

~~~~~

p.p. STMicroelectronics S.r.l.

Il Mandatario


Alberto PELLEGRINI
N° Iscr. Albo 114 BM

(Società Italiana Brevetti S.p.A.)

BI333V



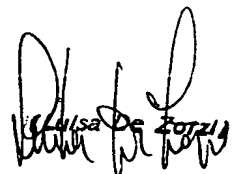
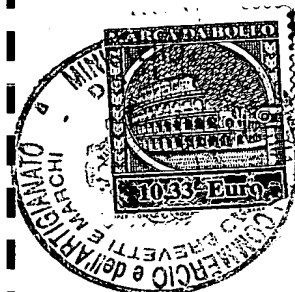
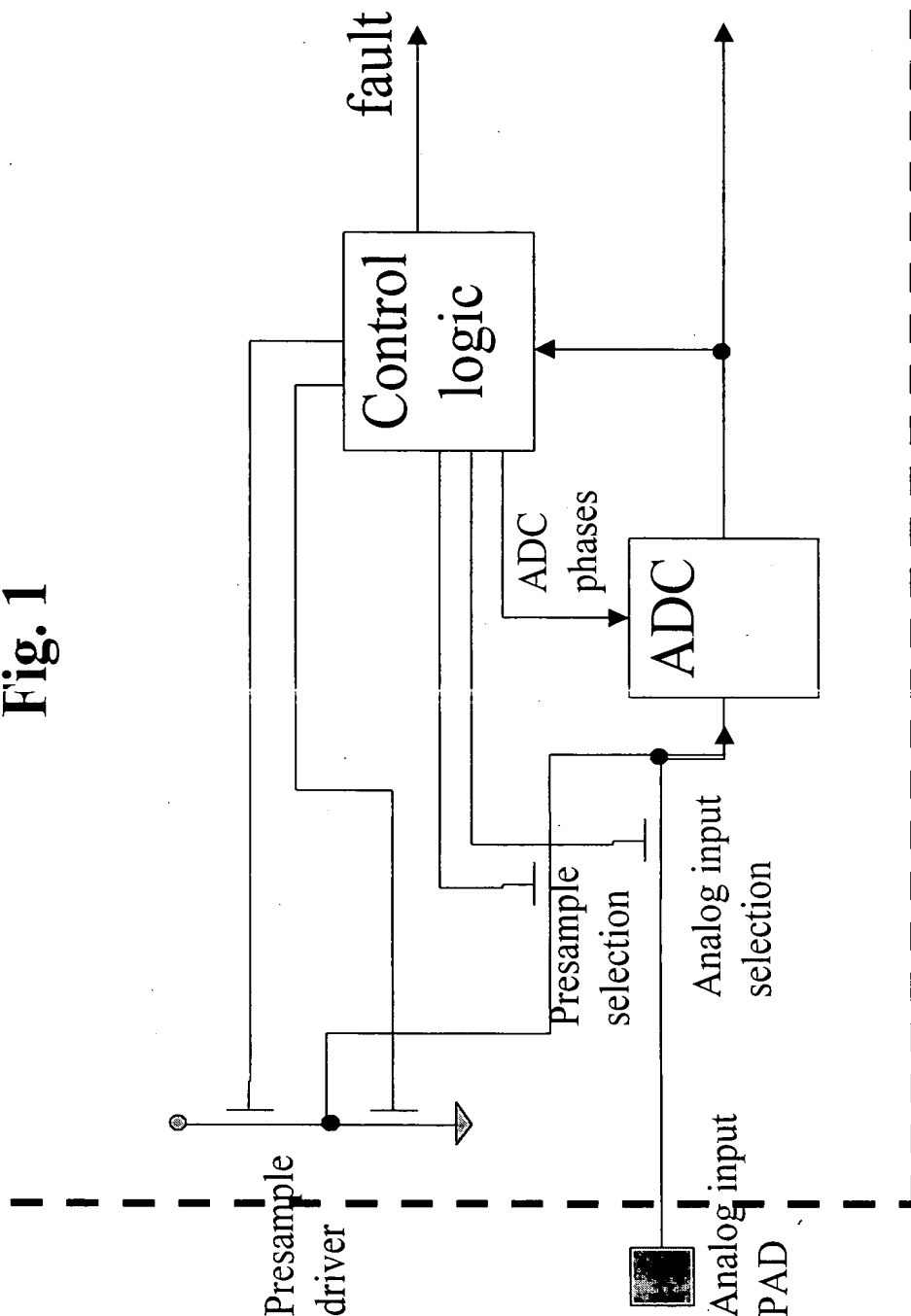




Fig. 1



Luca De Zorzi
Alberto Pellegri

Alberto Pellegri
Alberto PELLEGRINI
N° Iscr. Albo 114 BM

Fig. 2

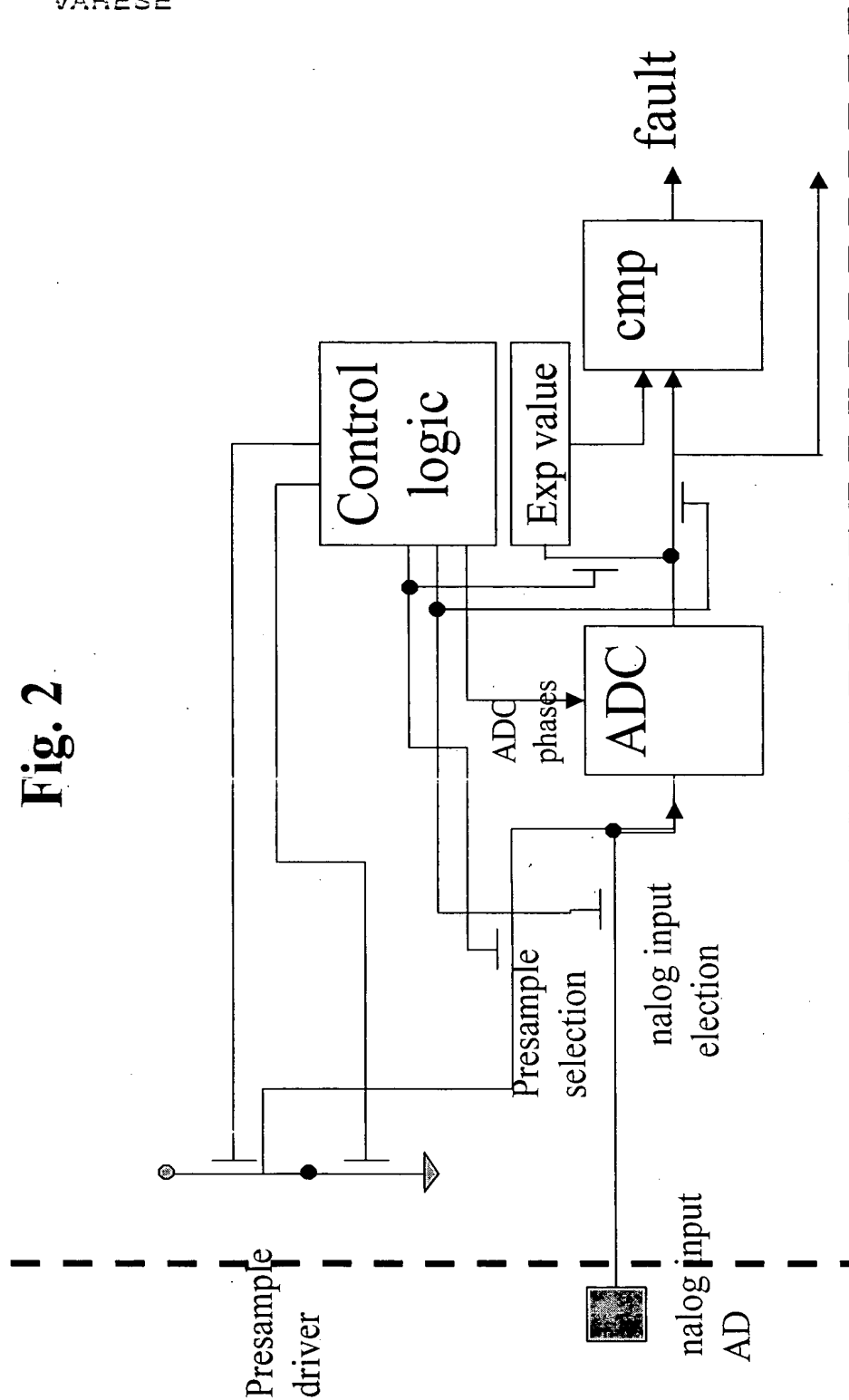


Fig. 3

